

Л.П. ГАЛАЙКО, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ"

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА ПОСТОЯНСТВА МОЩНОСТИ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА

В статье рассматривается вопрос анализа переходных процессов в режиме постоянства мощности вентильно-индукторного двигателя рудничного электровоза с помощью программы SIMULINK пакета программ MATLAB. Приведены разработанные имитационные модели и результаты расчетов на этих моделях для двигателя мощностью 27 кВт и частотой вращения 1215 об/мин.

Ключевые слова: вентильно-индукторный двигатель, переходной процесс, анализ, SIMULINK.

Введение. Вентильно-индукторные двигатели (ВИД) являются перспективными двигателями для рудничных электровозов, где в настоящее время используются двигатели постоянного тока. Разработке и исследованию различных режимов работы ВИД для рудничного электровоза, в том числе и режима постоянства мощности, посвящены работы [1, 2, 3]. В работе [1] предложено 4 способа регулирования для обеспечения данного режима, а в работах [2, 3] проведен анализ 2 способов в установившемся режиме. Во всех работах отсутствует анализ переходного процесса от одного режима работы к другому.

Анализ этих процессов необходим для разработки качественной программы для микропроцессора контроллера. Наиболее просто и наглядно эти процессы можно проанализировать с помощью имитационной модели для программы SIMULINK пакета программ MATLAB. Вопросу создания и использования имитационных моделей для анализа динамических режимов ВИД посвящены работы [4, 5, 6].

Цель работы: с помощью разработанной автором модели провести расчеты переходных процессов при изменении момента нагрузки двигателя, в которых с помощью фазового регулирования должен обеспечиваться режим постоянства мощности.

Описание модели: Модель (рис. 1) состоит из 9 основных субмоделей, описанных в работе [6] (4 субмодели решают уравнения электрического равновесия для 4 фаз, 1 субмодель решает уравнение механического равновесия, 4 субмодели определяют углы между полюсами для 4 фаз) и двух дополнительных субмоделей. Одна субмодель, представ-

ленная на рис.2, задает закон изменения углов включения и отключения Θ_{on} и Θ_{off} (углов между полюсами статора и ротора, при которых включаются и отключаются транзисторы, подающие напряжение на катушки фаз). Вторая дополнительная субмодель определяет среднее значение момента, среднее значение мощности и останавливает расчет при равенстве среднего значения момента и момента нагрузки.

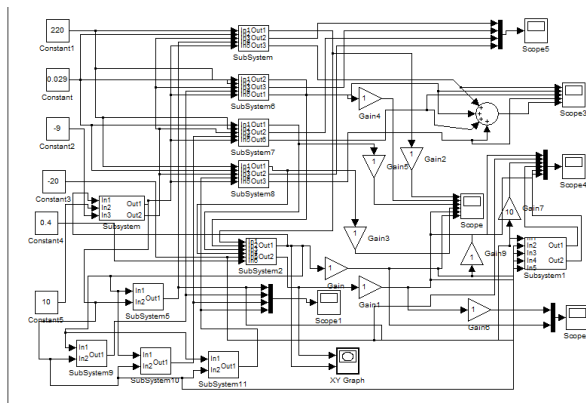


Рис. 1 – Основная имитационная модель ВИД рудничного электровоза.

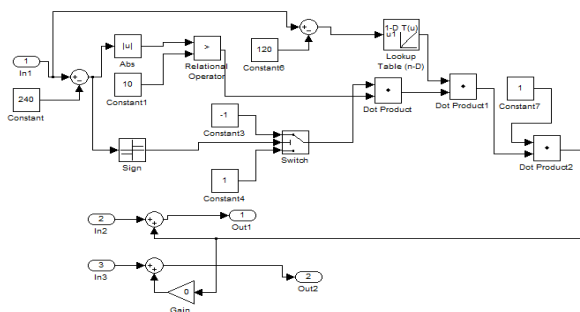


Рис. 2 – Дополнительная субмодель для изменения углов Θ_{on} и Θ_{off} .

Описание расчетного эксперимента. Исследования проведены на примере четырехфазного ВИД мощностью 27 кВт, частотой вращения 1215 об/мин, спроектированного для привода рудничного электровоза на базе двигателя постоянного тока, который выпускается серийно.

На рис. 4, 5, 6 приведены графики изменения скорости Ω , момента двигателя M , момента нагрузки M_l , угла Θ в одной из фаз, среднего момента M_{ave} , средней мощности P для различных переходных процессов. Для поддержания постоянства мощности при уменьшении момента нагрузки угол Θ_{on} необходимо увеличивать, как это следует из графиков, полученных по данным работы [2] и представленных на рис. 3.

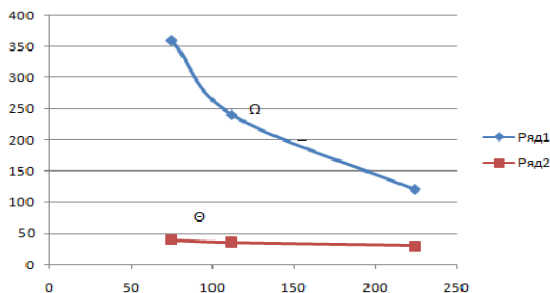


Рис. 3 – Формируемая характеристика $\Omega = f(m)$ и зависимость угла включения от момента.

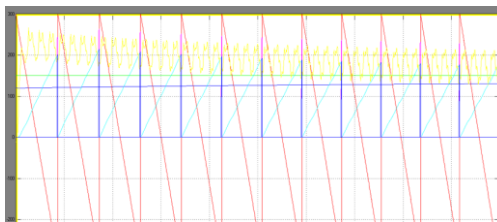


Рис. 4 – Фрагмент начала процесса при изменении момента от номинального 220 Н·м до 150 Н·м при отсутствии регулирования угла включения.

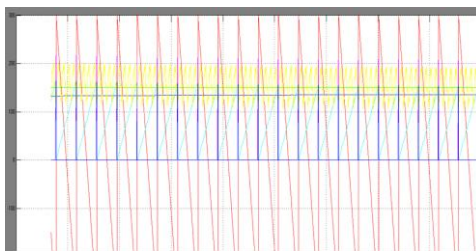


Рис. 5 – Фрагмент окончания процесса при отсутствии регулирования угла включения (Установившиеся значения: $M_{ave} = M_l = 150$ Н·м, скорость $\Omega = 135.6$ рад/с, мощность $P = 20,34$ кВт).

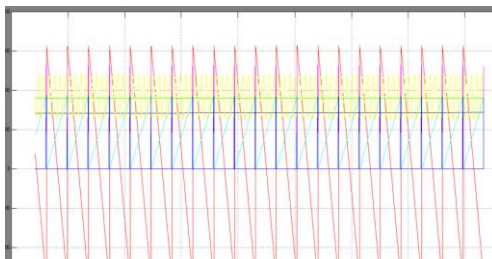


Рис. 6 – Окончание процесса при изменении момента от номинального 220 Н.м до 180 Н.м при регулировании угла включения.
(Установившиеся значения: $M_{ave} = M_l = 180$ Н.м, скорость $\Omega = 143.5$ рад/с, мощность $P = 25,83$ кВт).

Анализ результатов. Как следует из рисунков 4, 5 при отсутствии регулирования угла включения при уменьшении момента нагрузки мощность с самого начала процесса резко уменьшается (рис.4) и в конце процесса (рис. 5) становится существенно меньше номинальной $P = 20,34$ кВт (номинальная мощность 27 кВт). На рис.6 приведен фрагмент окончания переходного процесса при регулировании угла включения по закону, заданному в субмодели на рис. 2. Установившееся значение мощности $P = 25,83$ кВт отличается от номинальной на 4,3 %.

Выводы.

- Проведенные расчеты показали возможность работы вентильно-индукторного двигателя в режиме постоянства мощности.
- Для обеспечения требуемого режима необходима разработка качественной программы для микропроцессора контроллера.
- Имитационная модель является хорошим тренажером для разработки такой программы.
- Требуется дальнейшее совершенствование закона регулирования для уменьшения погрешности.

Список литературы: 1. *Л.Ф. Коломойцев* и др. Режимы работы тягового электропривода рудничного электровоза с трехфазным реактивным индукторным двигателем / Известия вузов. Электромеханика. № 2. – 2002 г. 2. *Л.П. Галайко*. Формирование механической характеристики вентильно-индукторного двигателя рудничного электровоза. Вестник НТУ "ХПИ" 44'2009. – С. 48-51. 3. *Л.П. Галайко, И.А. Голосный*. Исследование режима постоянной мощности вентильно-индукторного двигателя рудничного электровоза. Вестник НТУ "ХПИ" 35'2005, С. 43-46. 4. *Galayko L.P.* Analysis different dynamic modes in simulation model of switched reluctance motor. ABSTRACTS. ICEEE-2010. 13th International Conference on Electromechanics, Electrotechnology, Electromaterials

and Components. September 19-25, 2010. Alushta, Crimea, Ukraine, P. 96. **5. Галайко Л.П.** Имитационное моделирование динамических характеристик вентильно-индукторного двигателя стиральной машины. Вестник НТУ "ХПИ" 55'2010. **6. Галайко Л.П.** Имитационное моделирование вентильно-индукторного двигателя в переходных режимах. // Вестник Национального технического университета "ХПИ", 48'2005, Харьков, 2005, С. 24-27.



Галайко Лидия Петровна, доцент, кандидат технических наук. Защитила диплом инженера, диссертацию кандидата технических наук в Харьковском политехническом институте по специальности электрические машины и аппараты соответственно в 1960 и 1969 гг. Доцент кафедры "Электрические машины" Национального технического университета "Харьковский политехнический институт" с 1975г. Научные интересы связаны с проблемами специальных электрических машин, в частности, вентильно-индукторных.

Поступила в редколлегию 01.03.2013

УДК 621.313.2

Имитационное моделирование режима постоянства мощности вентильно-индукторного двигателя рудничного электровоза / Галайко Л.П. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Х.: НТУ "ХПІ", 2013. – № 15 (988). – С. 105-109. Бібліогр.: 6 назв.

В статті розглядається питання аналізу перехідних процесів в режимі постійної потужності вентильно-индукторного двигуна рудничного электровоза за допомогою програми SIMULINK пакету програм MATLAB. Наведені розроблені імітаційні моделі та результати розрахунків на цих моделях для двигуна потужністю 27 кВт та частотою обертів 1215 об/хв.

Ключові слова: вентильно-индукторний двигун, перехідний процес, аналіз, SIMULINK.

In the paper the analysis of transient modes of operation in a regime of constant power of a switched reluctance motor of a miner electric locomotive in the SIMULINK/MATLAB is considered. The block diagrams for analysis and outcomes of analysis for a motor of power of 27 kW and rotation speed of 1215 rev/min are presented.

Keywords: switched reluctance motor, transient mode of operation, analysis, SIMULINK.